

ИЗУЧЕНИЕ НЕРАЗЪЕМНОГО СОЕДИНЕНИЯ АЛЮМИНИЯ
С МЕДЬЮ, ПОЛУЧЕННОГО СВАРКОЙ ТРЕНИЕМ
С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ

Ключевые слова: сварка трением с перемешиванием, биметаллическое сварное соединение, алюминий-магниевый сплав, медь.

Сварка трением с перемешиванием (СТП) является сравнительно новой технологией – ее промышленное применение началось в 90-е гг. XX в. Неоспоримые преимущества перед традиционными методами сварки обусловили ее широкое применение в машиностроении. Возможность получения качественных сварных швов при высоких скоростях сварки благодаря автоматизации процесса, а также уникальная возможность получения неразъемных соединений несвариваемых разнородных материалов обеспечивают большой научный и практический интерес к развитию данной технологии.

Авторами изучалось неразъемное соединение пластины сплава АМг5 и набора из десяти пластин меди марки М1, химический состав материалов приведен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав материалов сварного соединения

Сплав	Состав, % масс.								
АМг5	Al	Mg	Mn	Fe	Si	Zn	Ti	Cu	Be
	Осн.	4,8–5,8	0,5–0,8	До 0,5	До 0,5	До 0,2	0,02–0,1	До 0,1	0,0002–0,005
М1	Cu	Fe	Ni	S	As	Pb	Zn	O	Sb
	99,9	До 0,005	До 0,002	До 0,004	До 0,002	До 0,005	До 0,004	До 0,05	До 0,002

Стыковой шов был получен методом двухсторонней сварки трением с перемешиванием по накладной технологической пластине на опытной лабораторной установке производства ЗАО «Чебоксарское предприятие «Сеспель». Сварка проводилась при следующих параметрах: усилие на ин-

струмент $F = 950$ кГс, частота вращения инструмента $n = 700$ об/мин, скорость подачи стола $V = 25$ см/мин. Схема процесса показана на рис. 1.

На стальную подложку 3 устанавливаются алюминиевая 1 и медная 2 пластины. Поверх стыка устанавливается технологическая пластина 4 и прижимается к соединяемым пластинам и подложке прижимами 5. Вращающийся инструмент 6 внедряется в стык соединяемых деталей.

Макроструктура сварного соединения приведена на рис. 2. Исследование структуры сварного соединения показало, что при сварке материалов с сильно отличающимися температурами плавления, таких как алюминий-магний-свинец сплав ($T_{пл}$ порядка 660 °С) и меди ($T_{пл}$ порядка 1083 °С), большое значение имеет расположение материалов относительно движения инструмента.

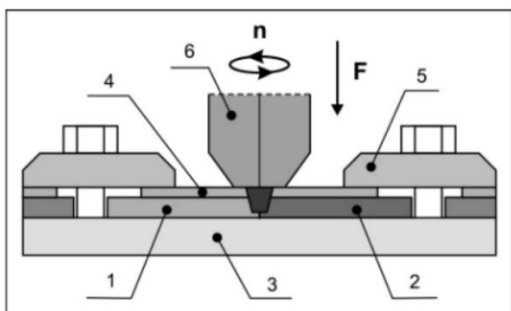


Рис. 1. Условная схема процесса сварки трением с перемешиванием биметаллического соединения



Рис. 2. Макроструктура сварного соединения АМг5-М1

В случае когда с набегающей стороны инструмента (направления вращения и подачи инструмента совпадают) находится медь марки М1, наблюдается интенсивное перемешивание материалов, что хорошо видно в верхней части рис. 2, однако, по-видимому из-за недостаточной пластичности меди при температуре сварки, около крупных частиц меди наблюдаются пустоты округлой формы.

Когда с набегающей стороны инструмента находится сплав АМг5, что соответствует нижней части рис. 2, перемешивание происходит лишь в малой области у границы раздела, по всей границе раздела наблюдаются протяженные несплошности, что свидетельствует о плохом соединении материалов. Исследование микромеханических свойств сварного соединения в нескольких сечениях показало упрочнение в ядре шва по сравнению с основным металлом пластин, что в первую очередь связано с измельчением структуры в результате интенсивной пластической деформации в процессе сварки. В случае слабого перемешивания микротвердость увеличилась с 80 до 130 НВ, а в случае интенсивного перемешивания – более чем в два раза, до 190 НВ, что вызвано упрочнением частицами меди. В зоне термомеханического влияния наблюдается постепенное снижение твердости до уровня основного металла, значительного разупрочнения в зоне термического влияния не обнаружено.